

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-47434

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>B 01 F 15/04  
F 23 N 5/00

識別記号

庁内整理番号

D-6639-4G  
L-8514-3K

⑭ 公開 昭和64年(1989)2月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式

⑯ 特 願 昭62-204244

⑰ 出 願 昭62(1987)8月19日

⑱ 発 明 者 土 井 勇 次 大分県大分市大字西ノ洲1 新日本製鐵株式会社大分製鐵  
所内

⑲ 発 明 者 高 砂 譲 大分県大分市大字西ノ洲1 新日本製鐵株式会社大分製鐵  
所内

⑳ 発 明 者 安 東 伸 彦 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会  
社内

㉑ 発 明 者 松 井 照 明 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会  
社内

㉒ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉓ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉔ 代 理 人 弁理士 並木 昭夫 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式

## 2. 特許請求の範囲

1) 燃焼発熱量(カロリー)の異なる三種類のガスL、B、Cを混合し混合ガスとして負荷側に供給し、負荷変動により、供給される混合ガスの流量が変化しても、該混合ガスのカロリーを目標とする設定値に維持するように前記三種類のガスのうちの一つの流量を主に制御する三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式において、

Bガスについて、その流量が混合ガスの流量に対して一定割合の流量となるように調節するBガス流量調節装置と、

Cガスについて、その流量が或る固定の流量となるように調節する第1のCガス流量調節装置と、

前記三種類のガスL、B、Cのうち、少なくともBとCの各流量の実測値と、前記三種類のガスL、B、Cの既知の各カロリー値と、前記混合ガスのカロリー設定値と、該混合ガスのカロリー実測値

と設定値との間の偏差と、を入力されてLガスの流量設定値を演算する第1の演算器と、

Lガスについて、その流量が前記第1の演算器により演算された流量設定値に一致するように前記Lガスの流量を調節する第1のLガス流量調節装置と、

を具備して上記の各流量調節による第1の混合ガス燃焼発熱量制御を行うほか、

Lガスについて、その流量が或る固定の流量となるように調節する第2のLガス流量調節装置と、前記三種類のガスL、B、Cのうち、少なくともLとBの各流量の実測値と、前記三種類のガスL、B、Cの既知の各カロリー値と、前記混合ガスのカロリー設定値と、該混合ガスのカロリー実測値と設定値との間の偏差と、を入力されてCガスの流量設定値を演算する第2の演算器と、

Cガスについて、その流量が前記第2の演算器により演算された流量設定値に一致するように前記Cガスの流量を調節する第2のCガス流量調節装置と、

を更に具備し、前記第1のCガス流量調節装置を第2のCガス流量調節装置に、また前記第1のLガス流量調節装置を第2のLガス流量調節装置に、それぞれ切り替えて第2の混合ガス燃焼発熱量制御を行うことを特徴とする三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式。

2) 特許請求の範囲第1項記載の三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式において、前記第1から第2へ、又はその逆の流量調節装置の切り替えをバンプレスに行うに足る、切り替え当初の流量設定初期値を前記第1および第2の各演算器が常時演算していることを特徴とする三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、燃焼発熱量(カロリー)が互いに異なる三種類のガスを混合して得られる混合ガスの燃焼発熱量制御方式に関するものである。

製鉄所等では、カロリーの異なる三種類のガス即ち高炉からは高炉ガス(BFG)が、転炉から

は転炉ガス(LDG)が、コークス炉からはコークス炉ガス(COG)が、それぞれ発生し、これらのガスはまたエネルギー源として製鉄所内の工場等へ送られて有効利用される。その際、それら各ガス単独では、それぞれ発生量もカロリーも異なり、それを供給される工場側としては使い勝手が良くないので、それら三種類のガスを混合して混合ガスとし、そのカロリーも一定になるように混合比率を制御した上で供給することが行われる。

本発明は、このような事情によって必要となる三種類の混合ガスの燃焼発熱量(カロリー)制御方式に関するものである。

#### (従来の技術)

第4図は従来のかかる三種類の混合ガスの燃焼発熱量(カロリー)制御方式を示す概要図である。

同図において、Pは設定値演算部、LDGは転炉ガスの輸送管路、BFGは高炉ガスの輸送管路、COGはコークス炉ガスの輸送管路、PI1、PI2、PI3はそれぞれPI調節器(比例積分調節器)、V1、V2、V3はそれぞれ調節弁、F

3

1は輸送管路LDGを流れる転炉ガスの流量 $f_L$ の発信器、F2は輸送管路BFGを流れる高炉ガスの流量 $f_H$ の発信器、F3は輸送管路COGを流れるコークス炉ガスの流量 $f_C$ の発信器、F4は混合ガスの流量 $f_M$ の発信器、R2は比率計、Kは三種混合ガスのカロリー $Q_M$ の発信器、である。

図から分かるように、この場合、輸送管路COGを流れるコークス炉ガスの流量 $f_C$ は、或る固定値Wになるように、PI調節器PI3と調節弁V3により制御されている。また高炉ガスの輸送管路BFGを流れる高炉ガスの流量 $f_H$ は、混合ガスの流量 $f_M$ に対して比率計R2で定まる一定の割合となるように制御されている。

そして輸送管路LDGを流れる転炉ガスの流量 $f_L$ は、設定値演算部Pで演算される流量設定値 $f_L^{set}$ に等しくなるように、PI調節器PI1と調節弁V1により制御されて混合ガスのカロリー $Q_M$ をその設定値 $Q_M^{set}$ に制御している。

転炉ガス流量 $f_L$ の流量設定値 $f_L^{set}$ は演算

4

部Pにおいて、演算により求められる。即ち、演算部Pでは、高炉ガス、コークス炉ガス、転炉ガスそれぞれの確からしい単未ガスとしてのカロリー $Q_H$ 、 $Q_C$ 、 $Q_L$ (既知の値)とコークス炉ガスの流量 $f_C$ の実測値と高炉ガスの流量 $f_H$ の実測値と混合ガスのカロリーの偏差値 $\Delta Q_M$ (設定値 $Q_M^{set}$ と実測値 $Q_M$ との間の偏差)とを入力され、演算部Pのブロック内の上部に示された式に従って、そのときの転炉ガス流量 $f_L$ の設定値 $f_L^{(1)}$ を求め、それをそのまま設定値 $f_L^{set}$ とするか、或いは混合ガス流量 $f_M$ が変化した場合には、それに微分要素 $(1+T_D S)/(1+T_I S)$ を施す演算(但し $T_I$ 、 $T_D$ は微分時間で現地調整において定まるパラメータであり、Sはラプラス演算子である)を行って設定値 $f_L^{set}$ とするわけである。

#### (発明が解決しようとする問題点)

以上説明した従来の三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式は、三種類のガスの中の一つとしてのコークス炉ガスの流量を固定とし、他の一つとして

5

6

の転炉ガスの流量制御により、混合ガスの燃焼発熱量制御を行うもの（これを転炉ガスをメインとするという意味でLメインの制御と云う）であった。

しかし実際の運用上の都合からは、各発生ガスの発生量の時間的変動等により、或るときは上述のLメインの制御を行い、また或るときは、転炉ガスの流量を固定とし、コークス炉ガスの流量制御により混合ガスの燃焼発熱量制御を行う方式（これをCメインの制御と云う）に切り替えたいという場合、つまりその方が、切り替えない場合より、混合ガスにおけるカロリーの変動を大幅に抑圧してカロリー値の精度の高い混合ガスを供給できるという場合が起きる。しかし、従来はそのようなことは出来ないという問題があった。またこのような切り替えを行うとすれば、それは当然パンプレスな切り替えでなければならないが、そのようなことも勿論従来は実現されていなかった。

本発明の目的は、或るときはLメインの制御を

行い、また或るときは、Cメインの制御に切り替えることができ、それによって常にカロリー値の精度の高い混合ガスの供給を可能にする三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式、さらにはその切り替えをパンプレスに行うことを可能にする三種混合ガスの燃焼発熱量制御方式を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的達成のため、本発明では、三種類のガスL、B、Cの混合ガスのカロリー制御方式において、

Bガスについて、その流量が混合ガスの流量に対して一定割合の流量となるように調節するBガス流量調節装置と、

Cガスについて、その流量が或る固定の流量となるように調節する第1のCガス流量調節装置と、

混合ガスのカロリーが目標値（設定値）になるようにLガスの流量を調節する第1のLガス流量調節装置と、

を具備して第1の混合ガス燃焼発熱量制御を行うほか、

7

Lガスについて、その流量が或る固定の流量となるように調節する第2のLガス流量調節装置と、

混合ガスのカロリーが目標値（設定値）になるようにCガスの流量を調節する第2のCガス流量調節装置と、

を更に具備し、前記第1のCガス流量調節装置を第2のCガス流量調節装置に、また前記第1のLガス流量調節装置を第2のLガス流量調節装置に、それぞれ切り替えて第2の混合ガス燃焼発熱量制御を行うようにした。

〔作用〕

この発明は、コークス炉ガス流量を固定値とし転炉ガス流量の制御により三種混合ガスの燃焼発熱量制御を行うLメインの制御と、転炉ガス流量を固定値としコークス炉ガス流量の制御により三種混合ガスの燃焼発熱量制御を行うCメインの制御と、のいずれも実施可能にしておき、必要に応じて一方から他方へ切り替えて制御を行うことにより、混合ガスの流量変化に対してそのカロリー変動を最小限に抑えることを可能にし、しかも一

8

方の制御から他方の制御への切り替えは、これをパンプレスに行うもの、と云うことができる。

本制御における物理法則に基づく物質収支は次の通りである。

$$Q_M f_M = Q_C f_C + Q_B f_B + Q_L f_L \quad \dots\dots (1)$$

$$\begin{aligned} Q_M &= (Q_C f_C + Q_B f_B \\ &\quad + Q_L f_L) / f_M \\ &= Q_C R_1 + Q_B R_2 + Q_L R_3 \end{aligned}$$

$$\text{但し } R_1 = f_C / f_M, \quad R_2 = f_B / f_M,$$

$$R_3 = f_L / f_M$$

$$f_M = f_C + f_B + f_L$$

ここで

$f_M$ : 混合ガス流量 (Nm<sup>3</sup>/h)

$f_C$ : コークス炉ガス流量 (Nm<sup>3</sup>/h)

$f_L$ : 転炉ガス流量 (Nm<sup>3</sup>/h)

$f_B$ : 高炉ガス流量 (Nm<sup>3</sup>/h)

$Q_M$ : 混合ガスカロリー (Kcal/Nm<sup>3</sup>)

$Q_C$ : コークス炉ガスカロリー

(Kcal/Nm<sup>3</sup>)

9

10

$Q_L$ : 転炉ガスカロリー (Kcal/Nm<sup>3</sup>)

$Q_H$ : 高炉ガスカロリー (Kcal/Nm<sup>3</sup>)

所で

コークス炉ガス流量  $f_c$  を固定値とした場合、前記 (1) 式より次の (2) 式が成立する。

$$\begin{aligned} f_L(Q_L - Q_H) &= Q_H(f_c + f_H) \\ &\quad - Q_c f_c - Q_H f_H \\ \therefore f_L &= [Q_H(f_c + f_H) - Q_c f_c \\ &\quad - Q_H f_H] / (Q_L - Q_H) \cdots (2) \end{aligned}$$

この (2) 式において、カロリー  $Q_c$ ,  $Q_L$ ,  $Q_H$  の値は既知の値であるので、流量  $f_c$ ,  $f_H$  が与えられたとき、混合ガスのカロリーを  $Q_H$  とする転炉ガス流量  $f_L$  が上記 (2) 式から求まるわけである。

転炉ガス流量  $f_L$  を固定値とした場合、前記 (1) 式より次の (3) 式が成立する。

$$\begin{aligned} f_c(Q_c - Q_H) &= Q_H(f_L + f_H) \\ &\quad - Q_L f_L - Q_H f_H \\ \therefore f_c &= [Q_H(f_L + f_H) - Q_L f_L \\ &\quad - Q_H f_H] / (Q_c - Q_H) \cdots (3) \end{aligned}$$

1 1

において定まるパラメータである。また  $S$  はラプラス演算子である) を施す演算を行って改めて設定値  $f_L^{CONST}$ ,  $f_c^{CONST}$  とすることがあり、このようにすれば、混合ガスの流量が変化した場合等において制御の即応性を高め、カロリー変動を最小限に抑えることができる。

次にパンプレス切り替えについて説明する。

Lメインの制御状態からCメインの制御状態へ切り替わったとき、前記 (3) 式から求める流量設定値  $f_c$  が、Lメインの制御状態にあったときのコークス炉ガス流量の固定値、即ち切り替わる直前の値 (これを  $f_c^{CONST}$  と表す) に等しくないと、パンプレスな切り替えは出来ない。そこで、

流量設定値  $f_c = f_c^{CONST}$

が成立するような混合ガスのカロリー  $Q_H$  を上記 (3) 式において、Lメインの制御状態にあるとき、常に計算しておく。その計算式は、上記 (3) 式を変形することにより次の (6) 式で与えられる。

$$Q_H = [Q_c f_c + Q_H f_H + Q_L f_L] /$$

1 3

同様にこの (3) 式において、カロリー  $Q_c$ ,

$Q_L$ ,  $Q_H$  の値は既知の値であるので、流量  $f_L$ ,  $f_H$  が与えられたとき、混合ガスのカロリーを  $Q_H$  とするコークス炉ガス流量  $f_c$  が上記 (3) 式から求まるわけである。

更に上記 (2), (3) 式の演算においては、流量の計測誤差や各ガスの単味のカロリー変動等により、実際の混合ガスのカロリーが目標とするカロリー値と異なる場合を生じる。

そこで混合ガスカロリーを実測し、その実測値と目標値との間の偏差をフィードバックするフィードバック制御を実施することにより、混合ガスにおける精度の高いカロリー値の維持を可能にしている。

また上記 (2), (3) 式で求めた  $f_L$  や  $f_c$  の流量設定値に対し、

$$(1 + T_z S) / (1 + T_1 S) \cdots (4)$$

$$(1 + T_4 S) / (1 + T_2 S) \cdots (5)$$

でそれぞれ表される微分要素 (但し  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  はそれぞれ微分時間であり、現地調整

1 2

$$(f_c + f_H + f_L) \cdots (6)$$

切り替えと同時に、上記 (3) 式より求まる流量設定値  $f_c$  の初期値を、該 (3) 式における  $Q_H$  として、予め計算しておいた上記の  $Q_H$  を用いて算出し、この算出された流量設定値  $f_c$  (初期値) を設定することでパンプレスな切り替えを実現することができる。

同様に、Cメインの制御状態からLメインの制御状態へ切り替わったとき、前記 (2) 式から求める流量設定値  $f_L$  が、Cメインの制御状態にあったときの転炉ガス流量の固定値、即ち切り替わる直前の値 (これを  $f_L^{CONST}$  と表す) に等しくないと、パンプレスな切り替えは出来ない。そこで、

流量設定値  $f_L = f_L^{CONST}$

が成立するような混合ガスのカロリー  $Q_H$  を上記 (2) 式において、Cメインの制御状態にあるとき、常に計算しておく。その計算式は、上記 (6) 式と同じである。

切り替えと同時に、上記 (2) 式における混合

1 4

ガスのカロリー $Q_H$ に、予め計算しておいた値を代入することにより流量設定値 $f_L$ を求め、これを初期値として設定することによりパンプレスな切り替えを実現することができる。

#### (実施例)

次に図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図は本発明の一実施例を示す概要図である。同図において、第4図におけるのと同じものには同じ符号を付してある。そのほか、P1はLメイン制御用の設定値演算部、P2はCメイン制御用の設定値演算部、SW1、SW2はそれぞれ切り替えスイッチである。

動作を説明する。今第1図では、スイッチSW1が $f_L^{SET}$ の側にあり、スイッチSW2は $f_C^{CO}$ の側にあり、Lメインの制御が行われている。この場合、転炉ガス流量 $f_L$ の設定値は、既に明らかなように、Lメイン制御用の設定値演算部P1において

$$f_L^{(1)} = [\Delta Q_H (f_C + f_B) - Q_C f_C - Q_B f_B] / (Q_L - \Delta Q_H)$$

15

可能となる。

次に第1図において、スイッチSW1が $f_L^{CO}$ の側にあり、スイッチSW2は $f_C^{SET}$ の側にあって、Cメインの制御が行われている場合について説明する。

全く同様に、コークス炉ガス流量 $f_C$ の設定値は、Cメイン制御用の設定値演算部P2で

$$f_C^{(1)} = [\Delta Q_H (f_L + f_B) - Q_L f_L - Q_B f_B] / (Q_C - \Delta Q_H)$$

なる式によって求めたこの $f_C^{(1)}$ の値そのものを採用することもあるが、混合ガスの流量が変化する場合には、それに微分要素

$$(1 + T_C S) / (1 + T_L S)$$

を施して得られる値、即ち

$$[(1 + T_C S) / (1 + T_L S)] f_C^{(1)}$$

をやはり設定値演算部P2において求め、これを改めて設定値 $f_C^{SET}$ とする。

更にこのとき、Lメイン制御用の設定値演算部P1においても、

$$\Delta Q_H = Q_H^{SET} - [Q_C f_C + Q_B f_B$$

(但し $\Delta Q_H$ は、混合ガスのカロリーの偏差値、即ち設定値 $Q_H^{SET}$ と実測値 $Q_H$ との間の偏差である。)

なる式によって求めたこの $f_L^{(1)}$ の値そのものを採用することもあるが、混合ガスの流量が変化する場合には、それに微分要素

$$(1 + T_L S) / (1 + T_C S)$$

を施して得られる値、即ち

$$[(1 + T_L S) / (1 + T_C S)] f_L^{(1)}$$

をやはり設定値演算部P1において求め、これを改めて設定値 $f_L^{SET}$ とする。

更にこのとき、Cメイン制御用の設定値演算部P2においても、

$$\Delta Q_H = Q_H^{SET} - [Q_C f_C + Q_B f_B + Q_L f_L] / (f_C + f_B + f_L)$$

なる演算式によって、混合ガスのカロリーの偏差値 $\Delta Q_H$ を演算しており、これは制御がCメインに切り替わった際のコークス炉ガス流量設定値の初期値 $f_C^{(1)}$ を算出するときに用いられるものである。勿論これによりパンプレスな切り替えが

16

$$+ Q_L f_L] / (f_C + f_B + f_L)$$

なる演算式によって、混合ガスのカロリーの偏差値 $\Delta Q_H$ を演算しており、これは制御がLメインに切り替わった際の転炉ガス流量設定値の初期値 $f_L^{(1)}$ を算出するのに用いられるものである。

これによってパンプレスな切り替えが可能となる。

第2図(イ)は、本発明によりLメインの制御が行われているときの転炉ガス(LDG)の流量制御の状況とそれに対する混合ガスのカロリー値の変化状況を示したグラフである。

第2図(ロ)は、本発明によりCメインの制御が行われているときのコークス炉ガス(COG)の流量制御の状況とそれに対する混合ガスのカロリー値の変化状況を示したグラフである。

双方とも同じように良好な混合ガスのカロリー値制御が行われていることが認められるであろう。

第3図は、本発明により、時刻 $t_0$ を境としてそれまで行われてきたLメインの制御がCメインの制御に切り替わった場合の各ガスの流量制御状況と混合ガスのカロリー値の制御状況とを示した

17

18

グラフである。時刻 $t_0$ を境としたその前後の制御状況からパンプレスな切り替えが行われたことが認められるであろう。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、運用上の都合により、コークス炉ガスの流量を固定とするLメインの制御と転炉ガスの流量を固定とするCメインの制御を自在に切り替えて混合ガスのカロリー制御を行い得るという利点がある。またその切り替えもパンプレスに行い得るという利点がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す概要図、第2図(イ)は本発明によりLメインの制御が行われているときの制御状況を示したグラフ、第2図(ロ)は本発明によりCメインの制御が行われているときの制御状況を示したグラフ、第3図は本発明により時刻 $t_0$ を境としてそれまで行われてきたLメインの制御がCメインの制御に切り替わった場合の各ガスの流量制御状況と混合ガスのカ

ロリー値の制御状況とを示したグラフ、第4図は従来の三種混合ガス燃焼発熱量制御方式を示す概要図、である。

符号の説明

P、PI、P2…設定値演算部、LDG…転炉ガス又はその輸送管路、BFG…高炉ガス又はその輸送管路、COG…コークス炉ガス又はその輸送管路、PI1、PI2、PI3…PI調節器(比例積分調節器)、V1、V2、V3…調節弁、F1、F2、F3、F4…流量発信器、R2…比率計、K…三種混合ガスのカロリー $Q_K$ の発信器

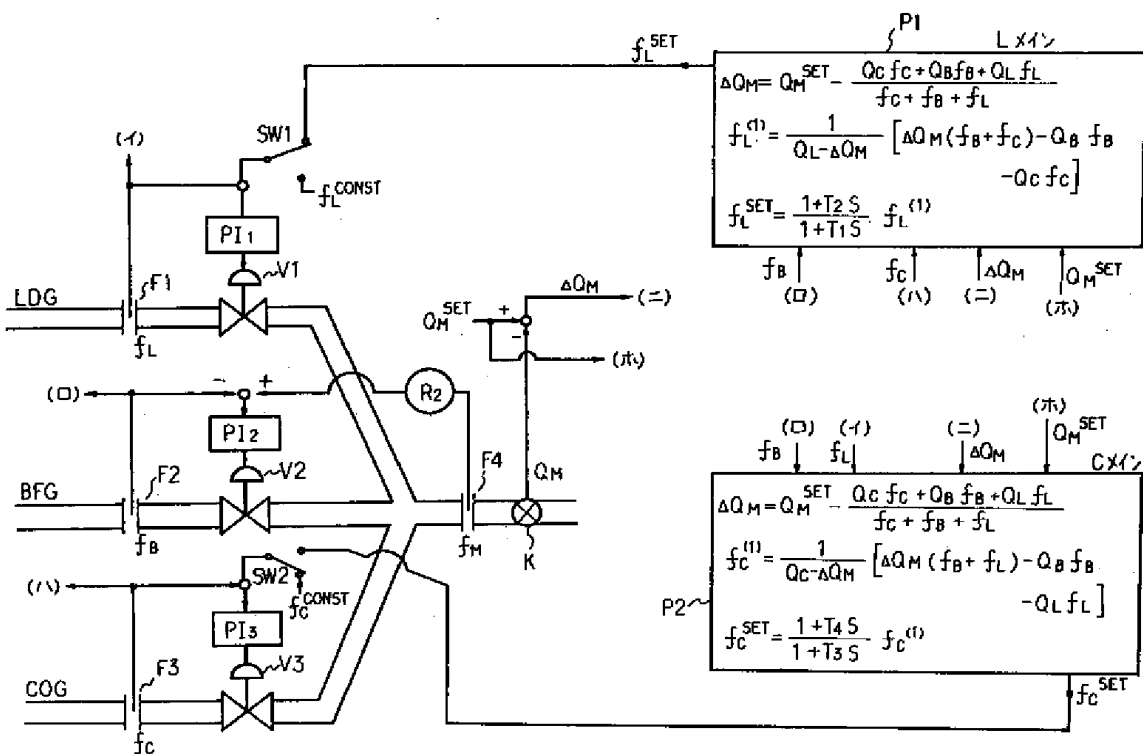
代理人弁理士 並 木 昭 夫

代理人弁理士 松 崎 清

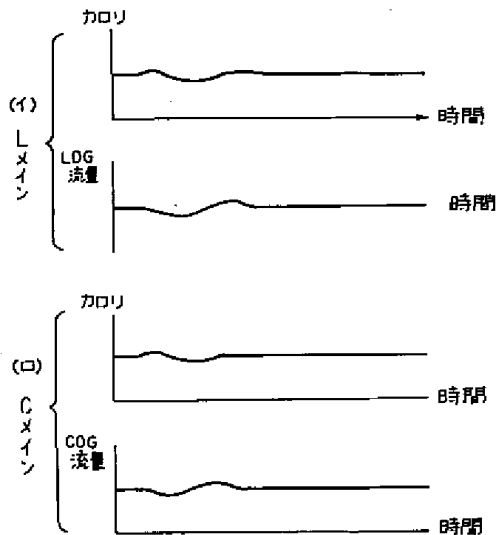
19

20

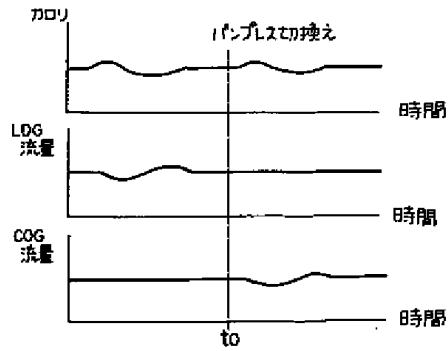
第1図



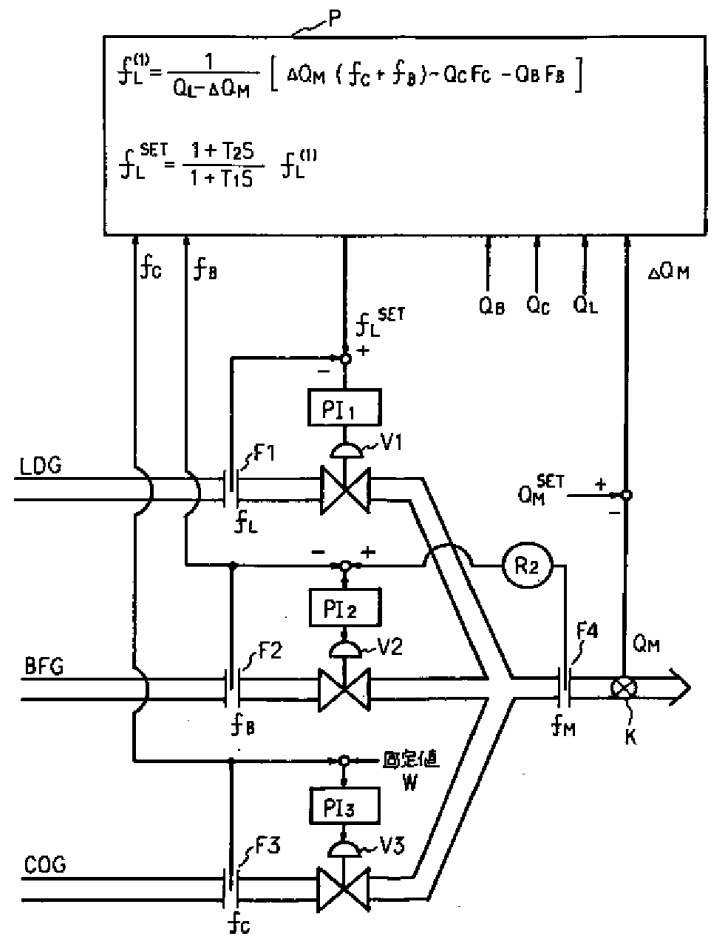
第 2 図



第 3 図



第 4 図



**PAT-NO:** JP401047434A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 01047434 A  
**TITLE:** CONTROLLING SYSTEM FOR  
CALORIFIC VALUE IN COMBUSTION  
OF THREE KINDS OF GASEOUS  
MIXTURES  
**PUBN-DATE:** February 21, 1989

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
DOI, YUJI	
TAKASAGO, YUZURU	
ANDO, NOBUHIKO	
MATSUI, TERUAKI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
NIPPON STEEL CORP	N/A
FUJI ELECTRIC CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP62204244  
**APPL-DATE:** August 19, 1987

**INT-CL (IPC):** B01F015/04 , F23N005/00

**US-CL-CURRENT:** 366/152.1 , 366/162.1

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To suppress calorie fluctuation at a minimum limit by



changing over devices to the other hand from one hand in accordance with necessity and performing control in the case of enabling both of flow rate control of convertor gas and flow rate control of coke oven gas to be performed and performing calorific value control of combustion of three kinds of gaseous mixtures.

CONSTITUTION: The calorific value control of combustion of a first gaseous mixture is performed by providing devices PI2, V2 for controlling the flow rate of B gas so that its flow rate is regulated to certain rate for the flow rate of a gaseous mixture, devices PI3, V3 for controlling the flow rate of C gas so that it is regulated to fixed flow rate and a device PI for controlling the flow rate of L gas so that calorie of the gaseous mixture is regulated to target value. Further devices PI1, V1 for controlling the flow rate of L gas so that its flow rate is regulated to fixed flow rate and a device P2 for controlling the flow rate of C gas so that the calorie of the gaseous mixture is regulated to target value are provided. The calorific value control of combustion of a second gaseous mixture is performed by changing over the devices PI3, V3 to the device P2 and changing over the device P1 to the devices P1, V1 respectively.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio